

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Moderní prvky v průmyslových sítích vn
Modern Elements in MV Networks in Industry

2008/2009

Pavel Kamas

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 7. 5. 2009

Podpis studenta

Poděkování

Chci tímto způsobem poděkovat vedoucímu Doc. Dr. Ing. Jiřímu Gureckému za odborné vedení bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na nové prvky v průmyslových sítích vn. Popisuji zde dálkově ovládaný vypínač, tzv. recloser. Dále se zde zabývám dálkově ovládaným a venkovním inteligentním odpínačem. Následujícími moderními prvky jsou aktivní filtry a přepět'ové ochrany. U všech těchto moderních prvků jsem uvedl začlenění do sítí a zhodnotil jsem jejich přínosy. Tyto moderní prvky pomáhají ke spolehlivosti dodávky a kvality elektrické energie.

Klíčová slova

recloser, dálkově ovládaný odpínač, inteligentní venkovní odpínač, aktivní filtr, přepět'ová ochrana

Abstrakt

This bachelor thesis are focused on modern elements networks MV in industry. It describes a remotely controlled switch, called recloser. It is also here dealing remotely controlled and outdoor intelligent switch-disconnectors. The following advanced features are active filters and overvoltage protection. For all of these modern features I introduced into the network and I evaluate their benefits. These advanced features help to secure gas supply and the quality electricity.

Keywords

recloser, remote control disconnect switch, intelligent disconnect switch, active filter, overvoltage protection

Seznam použitých zkratek a symbolů

a	Vzdálenost vodičů
$\cos \varphi$	Účinník
ČSN	České technické normy
DOR	Dálkově ovládaný recloser
EMC	Elektromagnetická kompatibilita
EN	Evropská norma
f	Frekvence, jednotka Hz
I	Proud, jednotka A
I_0	Proud na prázdnno
I_{KM}	Nárazový zkratový proud
I_{KE}	Ekvivalentní oteplovací proud
I_p	Proudové zatížení vodiče
K	Koeficient, který respektuje teplotu jádra kabelu před a po zkratu
k_1	Koeficient tvaru
k_2	Koeficient respektující uspořádání vodičů a fázový posuv proudů
K_s	Součinitel současnosti
K_z	Součinitel využití
LCP	Ovládací panel
MaR	Riziko ohrožení nebo ovlivnění citlivých elektronických zařízení
mn	Malé napětí
nn	Nízké napětí
OZ	Opětovné zapínání
P	Činný výkon, jednotka W
P_{max}	Instalovaný příkon všech spotřebičů
P_1	maximální příkon určený z maximálního odběru elektrické energie na jednu hodinu provozu
Q	Jalový výkon, jednotka Var
R	Elektrický odpor vodiče na jednotku délky
RD	rajónní dispečink
S	Zdánlivý výkon, jednotka VA
S_{min}	Minimální průřez
SADS	Systém pro automatizaci provozu distribučních sítí
T	Tepelný odpor, jednotka $K \cdot m \cdot W^{-1}$
T_1	Tepelný odpor na jednotku délky mezi jádrem vodiče a jeho obalem
T_2	Tepelný odpor na jednotku délky mezi obalem vodiče a pláštěm
T_3	Tepelný odpor na jednotku délky mezi pláštěm kabelu a jeho vnějším obalem
T_4	Tepelný odpor na jednotku délky mezi povrchem kabelu a okolním prostředím
TAO	terminál automatických odpínačů
t_K	Doba trvání zkratu
THD	Činitel celkového harmonického zkreslení
U	Napětí, jednotka V
U_0	Napětí na prázdnno
U_1	Napětí na začátku vedení
U_2	Napětí na konci vedení

U_F	Hodnota fázového napětí
U_n	Jmenovité napětí
U_s	Hodnota sdruženého napětí
u _{vn}	Ultra vysoké napětí
v _n	Vysoké napětí
v _{vn}	Velmi vysoké napětí
z _{vn}	Zvlášť vysoké napětí
β	Součinitel náročnosti
η_m	Účinnost spotřebičů
η_s	Účinnost napájecí soustavy od uvažovaného místa ke spotřebiči
ΔP	Tepelné ztráty
$\Delta \vartheta$	Teplotní rozdíl mezi povrchem vodiče a okolí vodiče
$\Delta \vartheta_m$	Maximální dovolený teplotní rozdíl jádra vodiče a okolí
ΔU	Úbytek na vedení

OBSAH

1. Úvod	9
2. Rozbor provozování a řízení průmyslových sítí vn	10
2.1 Elektrizační soustava	10
2.2. Určení zatížení sítí	12
2.2.1. Proudové zatížení vodiče	13
2.2.2. Dovolený úbytek napětí	15
2.2.3. Odolnost vůči zkratovým proudům	15
2.3. Průmyslové rozvody	16
2.3.1 Zásady zabezpečení dodávky elektrické energie v průmyslových závodech	17
3. Automatizace provozu vn soustav	19
3.1 Elektrické stanice	19
3.1.1. Členění elektrických stanic a jejich hlavní části	19
3.2. Transformovny	19
3.3. Schémata jednotlivých druhů rozvodů	21
3.4. Ovládání přístrojů	23
4. Nové typy spínacích prvků	24
4.1. Úvod	24
4.2. Recloser OSM 27	24
4.3. Dálkově ovládaný venkovní odpínač	26
4.4. Inteligentní venkovní odpínač Fla 15/6400 AE	29
4.5. Aktivní filtry Dannfos	31
4.6. Přepět'ové ochrany DEHNmid pro zařízení vn	33
5. Začlenění moderních prvků do sítí vn	36
5.1. Recloser OSM 27	36
5.2. Dálkově ovládaný venkovní odpínač	37
5.3. Inteligentní Venkovní odpínače Fla 15/640 AE	37
5.4. Aktivní filtry Dannfos	37
5.5. Přepět'ová ochrana DEHNmid	38
6. Zhodnocení přínosu nových prvků	39
6.1. Přínosy RECLOSERU SADS OSM27	39
6.2. Přínosy dálkově ovládaného venkovního odpínače	39
6.3. Přínosy venkovního odpínače Fla 15/6400 AE	40
6.4. Přínosy aktivních filtrů Dannfos	41
6.5. Přínosy přepět'ové ochrany DEHNmid	42
7. Závěr	43

Literatura

1. ÚVOD

V dnešní době, kdy je ekonomická situace taková, že zasáhla všechna odvětví průmyslu, je třeba hledat nová řešení jak se z této krize dostat. Jako jedno z mnoha řešení je investice do nových zařízení. V oboru elektroenergetika, jenž se zabývá výrobou, přenosem, rozvodem, transformací a užitím elektrické energie, to platí stejně. Tato bakalářská práce se zabývá moderními prvky v průmyslových sítích vn, které pomáhají ke zlepšení spolehlivosti dodávky elektrické energie a kvality elektrické energie.

V bakalářské práci se věnuji dálkově ovládaným vypínačům tzv. recloserům. Popisuji jejich konstrukci a systém pro jejich dálkové ovládaní. Jako druhý prvek zmíním dálkově ovládaný venkovní odpínač a inteligentní venkovní odpínač. U odpínačů charakterizuji jejich samotnou funkci a význam dálkového vypínání a hlášení o vypnutí. Dále jsem uvedl aktivní filtry, které je možné pro jejich vlastnosti využít u elektrických pohonů jako přístroje pro obnovení optimální sinusové křivky. Jako poslední z nepřeberného množství moderních prvků jsem vybral přepěťové ochrany. Jsou důležité pro to, aby nevzniklo ohrožení nebo ovlivnění elektronických zařízení.

2. ROZBOR PROVOZOVÁNÍ A ŘÍZENÍ PRŮMYSLOVÝCH SÍTÍ

VN

2.1 ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVA

Všechny prvky elektrizační soustavy, jak transformační články, tak i přenosové elementy, jsou spojeny v jednu komplexní síť, ve které figurují jako její větve. V této síti jsou uzlové body, ke kterým se připojují jednotlivé větve. Těmito uzly jsou např. přípojnice všech elektráren a rozvodů. Elektrizační soustava je tedy tvořena jednotlivými sítěmi, zdroji a elektrickými stanicemi (obr. 2.1.).

Elektrickými sítěmi se rozumějí souhrny všech galvanicky spojených částí téhož napětí. Síť jednotlivých napěťových a proudových soustav jsou od sebe odděleny transformovnými a měnírnami.

Zdroje (elektrárny) jsou buď přímo zapojeny do soustav 400 kV, nebo 220 kV, popř. jsou zapojeny do sítí 110 kV, které pracují do přenosových soustav přes zvyšovací transformátory. Uzly přenosové soustavy jsou tvořeny elektrickými stanicemi, jejichž funkcí je spínat různé větve soustavy a obvykle v téže stanici transformovat elektrickou energii na jiné napětí, většinou na distribuční napětí 110 kV v transformovnách 400/110 kV, popř. 220/110 kV. Z těchto stanic jsou pak napájeny veřejné rozvodné soustavy. Právě těmito rozvodům se budu věnovat.

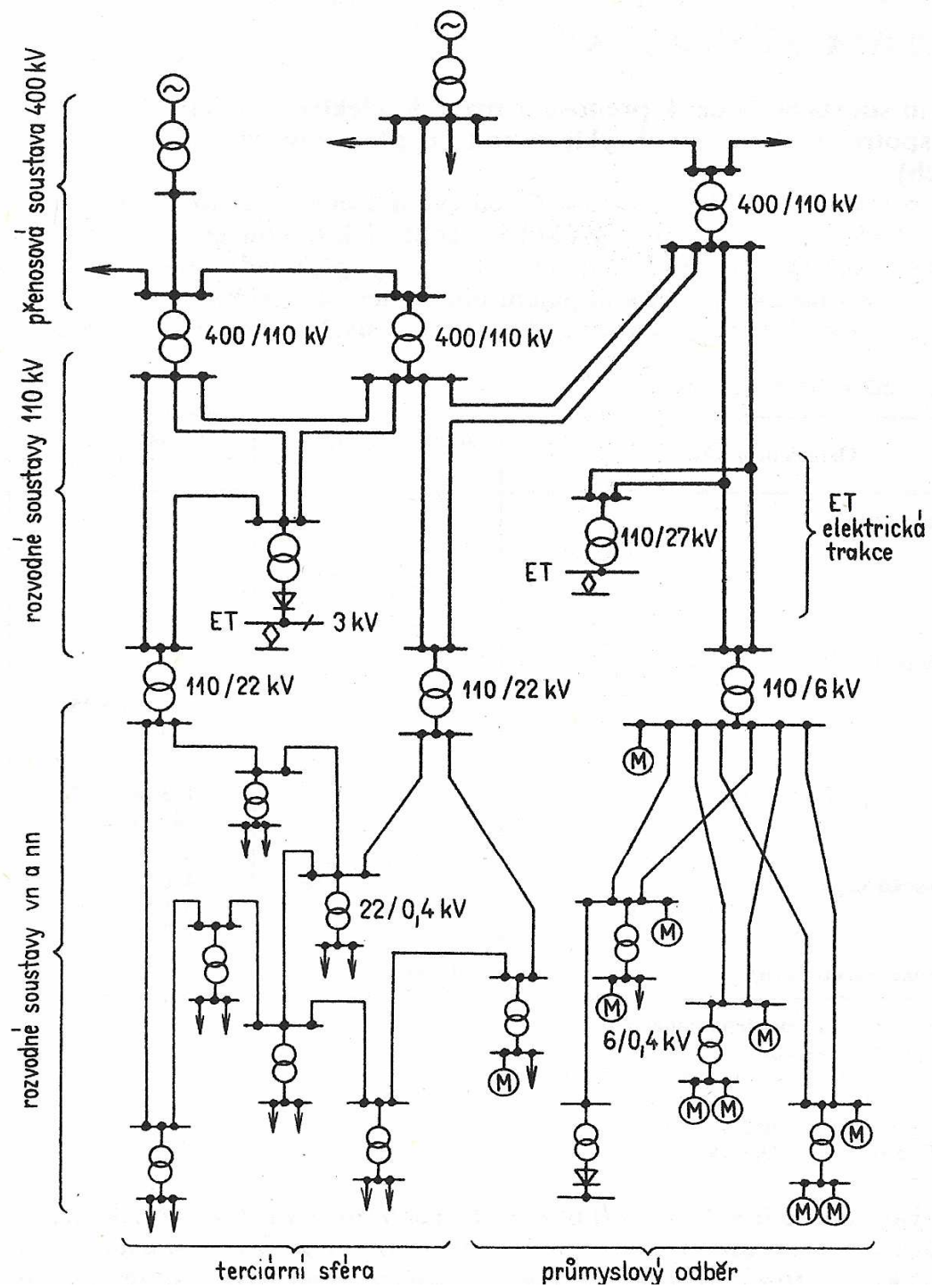
Elektrické stanice jsou nedílnými součástmi elektrizační soustavy. Jsou jimi propojeny síť různých proudových a napěťových soustav a přes ně se také jednotlivé síť navzájem ovlivňují. Musí proto být řešeny tak, aby umožňovaly všechny transfigurace soustavy, umožněné propojovanými sítěmi. Jejich umístění v soustavě musí být voleno optimálně.

Soubor elektráren, transformačních stanic, energetických vedení představuje elektrizační soustavu. Aktivní elektrizační soustava zprostředkovává tok elektrické energie od výrobce ke spotřebiteli. Do obvodu elektrické soustavy patří řada přístrojů a zařízení, které umožňují tok elektrické energie zahájit nebo přerušit, regulovat a chránit.

Na zabezpečení spolehlivosti dodávky elektrické energie se do elektrizační soustavy zařazují ovládací, signalizační, ochranné, měřicí a další přístroje.

Rozvodná soustava se skládá ze tří částí. Jsou to:

- a) přenosová síť
- b) rozdělovací síť (okrskové) primární, sekundární a terciární
- c) rozvodné síť (místní) primární a sekundární



Obr. 2.1. Struktura elektrizační soustavy

Označení napětí	Název zařízení	Jednotlivá napětí		
		v uzemněné soustavě mezi vodičem a zemí	v izolované soustavě	
			mezi vodiči	mezi vodiči
mn	malé napětí	do 50 V**) včetně	do 50 V**) včetně	do 50 V**) včetně
nn	nízké napětí	nad 50 V do 600V včetně	nad 50 V*) do 1000**) včetně	nad 50 V*) do 1000**) včetně
vn	vysoké napětí	nad 0,6 kV a menší než 30kV	nad 1 kV a menší než 30kV	nad 1 kV a menší než 30kV
vvn	velmi vysoké napětí	od 30 kV menší než 171kV	od 52 kV menší než 300 kV	od 52 kV menší než 300 kV
zvn	zvlášť vysoké napětí		od 300 kV do 800kV včetně	
uvn	ultra vysoké napětí	-	nad 800 kV	-

*) Sdělovací zařízení s napětím mezi vodiči v izolované soustavě do 85 V včetně se pokládají ze zařízení mn. Sdělovací zařízení se jmenovitým napětím 60 V proti zemi a vyzváněcí obvody s napětím do 150 V se budují podle předpisu pro zařízení malého napětí a ověřují se při zkoušce elektrické odolnosti napětím 500V.

**) Pro stejnosměrná zařízení je hranice mezi malým a nízkým napětím 120 V, hranicí mezi nízkým a vysokým napětím je pro stejno směrná zařízení 1500 V.

Tabulka č. 2.1. Normalizovaná napětí

[9]

2.2. URČENÍ ZATÍŽENÍ SÍTÍ

Při návrhu elektrických sítí patří k základním podkladům údaje o spotřebě elektrické energie v dané oblasti, a to nejen současný stav, ale i výhled s ohledem na životnost navrhované elektrické sítě. Je nutno si uvědomit důležitost těchto vstupních podkladů, neboť elektrické sítě navrhujeme na dobu 30 – 40 let přičemž při narůstajícím zatížení některé části lze měnit obtížně (průřezy vodičů), některé lze v průběhu doby doplňovat (transformační stanice). Proto se provede hospodárny návrh elektrické sítě na předpokládané zatížení v polovině doby životnosti.

Při stanovení potřebného příkonu v určité napájené oblasti se využívá některých příznivých jevů, zejména toho, že odběratelé nevyužívají svůj instalovaný výkon trvale a některé spotřebiče nepracují současně. K vyjádření těchto jevů se definuje

Součinitel náročnosti β – poměr maximálního odběru v určitém časovém období, např. v roce, u určitého odběratele, nebo skupiny odběratelů k součtu příkonů všech spotřebičů bez ohledu na to, jsou-li v provozu (přípojná hodnota).

$$\beta = \frac{P_{\max}}{P_i} \leq 1$$

P_{\max} ... instalovaný příkon všech spotřebičů

P_i ... maximální příkon určený z maximálního odběru elektrické energie na jednu hodinu provozu

Dle ČSN 34 1620 lze součinitel náročnosti stanovit takto

$$\beta = \frac{k_s \cdot k_z}{\eta_m \cdot \eta_s} \quad kde$$

k_s ... součinitel současnosti (poměr jmenovitých výkonů spotřebičů, které jsou současně v chodu, k instalovaným výkonům všech spotřebičů)

k_z ... součinitel využití (poměr skutečně odebíraného výkonu spotřebičů, které jsou současně v chodu, k jejich jmenovitému výkonu)

η_m ... účinnost spotřebičů (motorů) při daném využití

η_s ... účinnost napájecí soustavy od uvažovaného místa ke spotřebiči

[8]

2.2.1. Proudové zatížení vodiče

Výpočtové proudy jednotlivých spotřebičů jsou určeny vztahy, které vychází z výpočtového zatížení jednotlivých spotřebičů. Toto zatížení P_p [kW] vychází instalovaného výkonu daného spotřebiče a z předpokládaného součinitele náročnosti.

$$P_p = P_i \cdot \beta$$

Pro výpočtové proudy pak platí vztahy:
Trojfázové spotřebiče

$$I_p = \frac{1000 \cdot P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} \text{ [A, kW, V]}$$

Pro jednofázové spotřebiče

$$I_p = \frac{1000 \cdot P_p}{U_F \cdot \cos \varphi} \text{ [A, kW, V]}$$

Pro stejnosměrné spotřebiče

$$I_p = \frac{1000 \cdot P_p}{U} \text{ [A, kW, V]}$$

U_S ... hodnota sdruženého napětí [V]

U_F ... hodnota fázového napětí [V]

Dimenzování průřezu vodiče na dovolený proud vychází z dovoleného oteplení vodiče. Průchodem elektrického proudu vodiči dochází ke ztrátám a tím k vývinu tepla. Teplo, které se vyvine ve vodiči je přímo úměrné odporu vodiče a druhé mocnin, protékajícího proudu.

V ustáleném stavu se musí toto teplo převést povrchem vodiče do okolí. Teplo přenášené do okolí je přímo úměrné teplotnímu rozdílu mezi povrchem vodiče (izolace) a okolí $\Delta \vartheta$ a nepřímo úměrné tepelnému odporu T (izolace i bezprostředního okolního prostředí) mezi vodičem (vodivým jádrem kabelu) a vzdálenějším okolím (již vodičem neovlivňovaným).

Pro tepelné ztráty tedy platí:

$$\Delta P = R \cdot I^2 = \frac{\Delta \vartheta}{T}$$

Teplota vodiče nebo jádra kabelu nesmí překročit určitou maximální hodnotu, která závisí na materiálu izolace, na spojovacím materiálu vodiče atd.

Oteplení vodiče tedy nesmí přesáhnout hodnotu $\Delta \vartheta_m = \Delta \vartheta_m - \Delta \vartheta_0$. Hodnota $\Delta \vartheta_0$ je základní teplota okolního vzduchu popř. zeminy. Pro maximální hodnotu proudu, kterým může být vodič zatěžován, pak platí vztah:

$$I = \sqrt{\frac{\Delta \vartheta_m}{R \cdot T}}$$

R ...elektrický odpor vodiče na jednotku délky [$\Omega \cdot m^{-1}$]

T ... tepelný odpor vodiče na jednotku délky mezi vodičem a okolím [$K \cdot m \cdot W^{-1}$]

$\Delta \vartheta_m$... maximální dovolený teplotní rozdíl jádra vodiče a okolí [K]

Hodnota tepelného odporu T má více složek

$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$, kde

T_1 ... tepelný odpor na jednotku délky mezi jádrem vodiče a jeho obalem [$K \cdot m \cdot W^{-1}$]

T_2 ... tepelný odpor na jednotku délky mezi obalem vodiče a pláštěm kabelu [$K \cdot m \cdot W^{-1}$]

T_3 ... tepelný odpor na jednotku délky mezi pláštěm kabelu a jeho vnějším obalem [$K \cdot m \cdot W^{-1}$]

T_4 ... tepelný odpor na jednotku délky mezi povrchem kabelu a okolním prostředím [$K \cdot m \cdot W^{-1}$]

Pro výpočet jednotlivých tepelných odporů existuje řada vzorců podle typu kabelu a jeho uložení vůči okolnímu prostředí.

2.2.2. Dovolný úbytek napětí

Vodiče a kabely musí být dimenzovány tak, aby při předpokládaném zatížení nezpůsobily nedovolený pokles napětí. Úbytek napětí na daném vedení tedy nemůže přesáhnout dovolenou hodnotu úbytku napětí. Konkrétní požadavky jsou uvedeny v různých technických normách. Hodnota úbytku napětí je rovna rozdílu hodnoty napětí na začátku vedení a hodnoty napětí na konci vedení $\Delta U = U_1 - U_2$.

Výpočet úbytku napětí je možno provést při znalosti výpočtového proudu daných spotřebičů a příslušné konfigurace sít. Pro tento výpočet je také nutno provést úvahu o respektování jednotlivých parametrů vedení. Ve většině výpočtů se totiž některé parametry vodičů zanedbávají.

2.2.3. Odolnost vůči zkratovým proudům

Vedení musí odolat jak dynamickým, tak i tepelným účinkům zkratových proudů, které v daném místě připadají v úvahu.

Dynamické síly vznikají elektromagnetickým působením proudů v sousedních vodičích. Největší silový ráz způsobuje tzv. nárazový zkratový proud (I_{KM}). Je to v podstatě první amplituda zkratového proudu po vzniku zkratu za předpokladu maximální stejnosměrné složky.

Síla mezi vodiči vztažená na jeden metr vodiče je dána vztahem:

$$F_K = k_1 \cdot k_2 \cdot 2 \cdot \frac{I_{KM}^2}{a} \cdot 10^{-7} \quad [N \cdot m^{-1}]$$

k_1 ... koeficient tvaru vodiče (respektuje rozložení proudů)

k_2 ... koeficient respektující uspořádání vodičů a fázový posuv proudů

I_{KM} ... nárazový zkratový proud [A]

a ... vzdálenost vodičů [m]

Tepelné účinky zkratového proudu mohou působit nepříznivě hlavně na izolaci vodičů. Zkratový proud způsobí velké oteplení, během krátké doby trvání zkratu nemůže být toto teplo odvedeno do okolí, a proto se zvyšuje teplota vodičů.

Tepelné účinky zkratového proudu se posuzují podle tzv. ekvivalentního oteplovacího proudu (I_{KE}), což je fiktivní hodnota střídavého proudu stálé velikosti, která za dobu působení zkratu má stejné tepelné účinky jako skutečný zkratový proud.

Pro minimální průřez kabelu platí s ohledem na tepelné účinky zkratového proudu vztah:

$$S_{MIN} = \frac{I_{KE} \cdot \sqrt{t_K}}{K} \quad [mm^2]$$

I_{KE} ... ekvivalentní oteplovací proud [A]

t_K ... doba trvání zkratu [s]

K ... koeficient, který respektuje teplotu jádra kabelu před a po zkratu

Velikost zkratového proudu v elektrických rozvodech může být významně ovlivněna jištěním. Správně dimenzovaná pojistka přeruší zkratový proud dříve, než dosáhne své maximální možné hodnoty.

[1]

2.3. PRŮMYSLOVÉ ROZVODY

Průmyslové rozvody jsou z hlediska velikosti přenášeného výkonu, zabezpečení bezporuchové dodávky elektrické energie a vlivů různých prostředí mnohem náročnější než domovní rozvody. Tato skutečnost ovlivňuje způsob rozvodu elektrické energie v průmyslových objektech.

Zapojení elektrických rozvodů

Zapojení průmyslových rozvodů ovlivňuje požadavky kladené na průmyslové rozvody z hlediska bezpečnosti osob a zařízení, provozní spolehlivost a hospodárnost provedení (investiční a provozní náklady). Tyto požadavky jsou následující:

- bezpečnost osob a zařízení
- provozní spolehlivost (při vlivech prostředí, podkladu, okolí, přetížení, zkratů a zabezpečení dodávky elektrické energie),
- přehlednost rozvodů
- snadná přizpůsobivost rozvodu při požadovaných změnách (přemísťování strojů, změna technologie, apod.),
- možnost rychlého odstranění poruch,
- hospodárnost rozvodu (investiční náklady, údržba, ztráty),
- hospodárné použití opakovaných jednotek a celků (rozvaděčů, transformátorů – menší nároky na náhradní díly),
- malá spotřeba kovů (správné dimenzování vedení),
- vzhled (způsob a úhlednost uložení vedení).

Další speciální požadavky vyplývají často z provozních, funkčních, technologických a jiných podmínek.

Průmyslový rozvod se obvykle dělí na tyto části:

- vstupní stanice (transformovna, spínací stanice)
- napájecí rozvod včetně rozvoden a rozvaděčů

Rozvod ke spotřebičům, podružným rozvaděčům a rozvodnám lze navrhnout jako:

- paprskový
- průběžný
- okružní
- hřebenový
- mřížový

Jednotlivé druhy elektrických rozvodů je možné mezi sebou různě kombinovat a přizpůsobovat podle potřebných požadavků.

Průmyslové závody jsou napájeny s ohledem na stupeň důležitosti zajištění dodávky. Toto může být provedeno jedním, ale většinou dvěma nebo více na sobě nezávislými systémy napájení. Transformace napětí je provedena z hladiny 110 kV na 22 kV a dále z 22 kV na 6 kV, nebo je provedena přímá transformace ze 110 kV na 6 kV. Z hladiny 6 kV je dále transformace na hladinu nízkého napětí.

Napájení rozvoden je obvykle provedeno kabely, které jsou umístěny na kabelových mostech nebo jsou uloženy v zemi, případně je použito jiných vodičů.

Pro nn rozvodny platí zásada umístění koncových transformátorů vždy v místě centrální spotřeby, tedy předsunutým transformátorem. Nízkonapěťové sítě jsou rozděleny do dvou okruhů, zvlášť světelné spotřebiče napětím 230 V s uzemněným uzlem a zvlášť napájení motorů 3 x 380 V (uzemněná soustava) nebo 3 x 500 V (izolovaná soustava). Toto je nutné s ohledem na kolísání napětí při provozu velkých asynchronních motorů nebo obloukových pecí. Kolísání napětí má za důsledek nežádoucí změny světelného toku – tzv. Flicker efekt.

2.3.1 Zásady zabezpečení dodávky elektrické energie v průmyslových závodech

Na elektrický rozvod v průmyslových závodech se kladou požadavky uvedené v předchozí kapitole v závislosti na druhu provozu a na stupni důležitosti dodávky. Těmito zásadami se řídí i posuzování elektroenergetických sítí rozvodných podniků. Přihlíží se zvláště k jejich důležitosti a k požadavkům na jistotu dodávky.

Podle důležitosti jednotlivých provozů nebo technologických seskupení jsou dodávky elektrické energie rozděleny do tří stupňů:

- a) Dodávky I. stupně jsou dodávky, které musí být zajištěny za každých okolností, protože jejich přerušení může způsobit buď ohrožení lidských životů (např. čerpadla požární vody a výtahy určené k evakuaci osob a materiálu), nebo velké národohospodářské ztráty znehodnocením výroby, zničením zařízení, zastavením důležitých strojů, sloužících k udržování technologického procesu, které značně převyšují náklady na zajištění dodávky I. stupně. Rozhodnutí, že jde o dodávku I. stupně, je třeba podložit náležitým technicko-ekonomickým zdůvodněním.

Dodávky elektrické energie I. stupně musí být zajištěny ze dvou na sobě nezávislých napájecích zdrojů, z nichž každý musí mít takový výkon, aby při vypadnutí jednoho zdroje poskytl plné zabezpečení dodávky energie. Způsob přepínání a případně doba přípustného přerušení závisejí na požadavcích příslušného zásobovaného zařízení. Některé ukazatele obsahují čs. normy. Porucha na kterékoliv části zdroje v paralelní spolupráci, je potřeba rozpojit paralelní provoz ihned při vzniku poruchy jednoho zdroje. Při menších výkonech je možné použít jako druhého napájecího zdroje záložní soustrojí se spalovacím motorem, akumulátorovou baterií apod.

- b) Dodávky II. stupně jsou dodávky, které mají být pokud možno zajištěny, protože jejich přerušení a zastavení důležitých strojů může způsobit jen podstatné zmenšení nebo zastavení důležité výroby (aniž při tom dojde k ohrožení osob).

Dodávky elektrické energie II. stupně se provádějí podle místních poměrů. Počet napáječů, průřezy vodičů, počet a výkon transformátorů se volí tak, aby byla zabezpečena vzájemná záloha bez dalších investic. Za postačující zabezpečení se většinou považuje připojení alespoň na dva transformátory. Způsob napájení obou transformátorů se však zpravidla již neposuzuje. Oba transformátory musí ale mít dostatečné výkony k provozu napájeného zařízení.

- c) Dodávky III. stupně jsou dodávky, které nemusí být zajišťovány zvláštními opatřeními. Tyto dodávky se mohou provést připojením na jiný zdroj a nevyžadují další zvláštní zajištění.

Jestliže jsou v závodě různá zařízení vyžadující různé stupně důležitosti dodávky, volí se zpravidla výkon rezervy tak, aby v případě poruchy byly zabezpečeny dodávky elektrické energie podle příslušného stupně důležitosti dodávky. Pro rozvod v průmyslových provozech se zřizuje jedna nebo více vstupních stanic. Doporučuje se umísťovat transformátory co nejbližší k místu spotřeby.

Rozvod k spotřebičům, podružným rozvaděčům a rozvodnám lze navrhnout jako paprskový, průběžný, okružní, hřebenový nebo mřížový. Tyto druhy elektrických rozvodů je možné mezi sebou různě kombinovat. K těmto rozvodům se věnuje v kapitole 3.3.

3. AUTOMATIZACE PROVOZU VN SOUSTAV

3.1 ELEKTRICKÉ STANICE

Elektrická stanice je ucelené zařízení uzlu elektrizační soustavy, sloužící buď k transformaci elektrické energie na jiné napětí a k jejímu rozvádění (transformovny), nebo k rozvádění elektřiny téhož napětí (spínací stanice) nebo k přeměně elektrického proudu střídavého na proud o jiném kmitočtu nebo stejnosměrný a k jeho rozvádění (měnírna).

3.1.1. Členění elektrických stanic a jejich hlavní části

Ke členění elektrických stanic lze použít různá hlediska např.:

- a) podle účelu
 - transformovny, které slouží k transformaci elektrické energie na potřebné napětí a k jejímu rozvodu
 - spínací stanice, které slouží k rozvodu elektrické energie téhož napětí
 - měnírny, které slouží k přeměně střídavé proudové soustavy na jinou (jiného kmitočtu nebo stejnosměrnou)
- b) podle způsobu obsluhy
 - s trvalou obsluhou
 - bez obsluhy s pravidelným dozorem
 - bez obsluhy s dálkovým ovládáním (v posledních letech nejrozvinutější)

Hlavní části elektrických stanic

- a) elektrická část
 - rozvodná zařízení, jsou to zařízení pro rozvádění, jištění, měření a kontrolu elektřiny a pro řazení (spínání a přepínání) elektrických obvodů. Těmto zařízením se budu věnovat v kapitole 3 jako typy nových spínacích prvků
 - transformátory
 - kompenzační zařízení (statické, rotační)
- b) společná a pomocná část, sloužící k zabezpečení provozu a údržby (olejové a v hospodářství, revizní věž, dílny, sklady, administrativa, atd.)
- c) stavební část (pozemek, budovy, komunikace, atd.

[8]

3.2. TRANSFORMOVNY

Transformátory se používají v rozvodu elektrické energie ke zvyšování nebo snižování napětí.

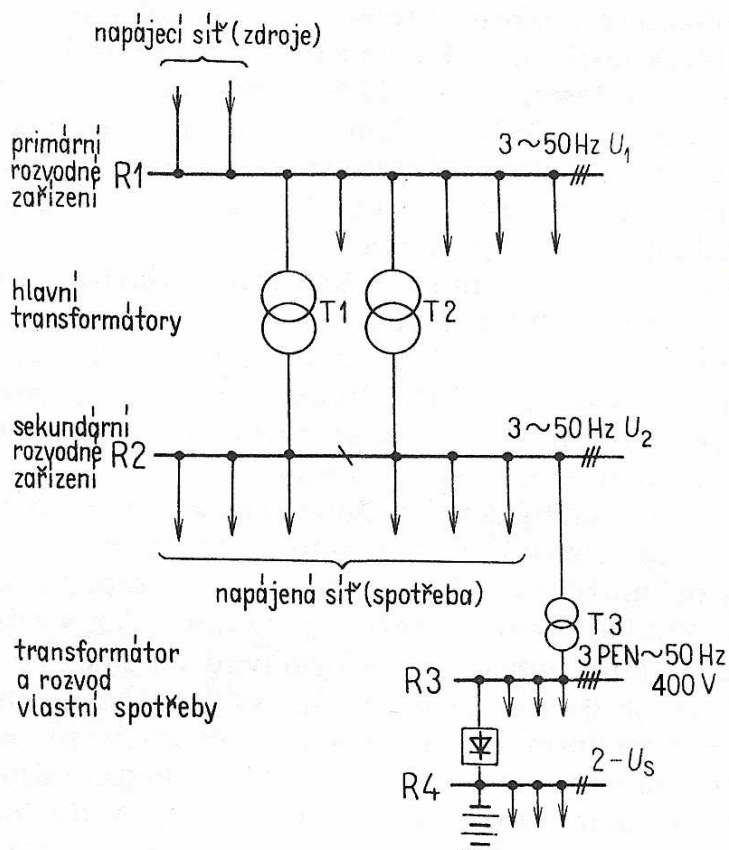
Transformovny zahrnují transformátory a další potřebná zařízení různých napětí. Ochrany jsou umístěny v budově pomocných provozů nebo v domcích přímo v rozvodně.

U distribučních nebo průmyslových transformoven se často provádí kombinace vnitřního provedení rozvodných zařízení s transformátory na venkovních stanovištích.

Nejjednodušším typem distribuční nebo malé průmyslové transformovny je stožárová transformační stanice.

Transformátory v energetice jsou vesměs v trojfázovém provedení. Velikost a počet průmyslových a distribučních transformátorů se řídí požadavkem bezpečného provozu, hospodárností a potřebami provozu. Počet má být co nejmenší (jeden až dva). U dvou

transformátorů volíme výkony tak, aby při výpadku jednoho z nich druhý spolehlivě kryl spotřebu všech odboček s prvním stupněm důležitosti dodávky (dle ČSN 34 1610).



Obr. 3.2. Principiální schéma zapojení transformovny

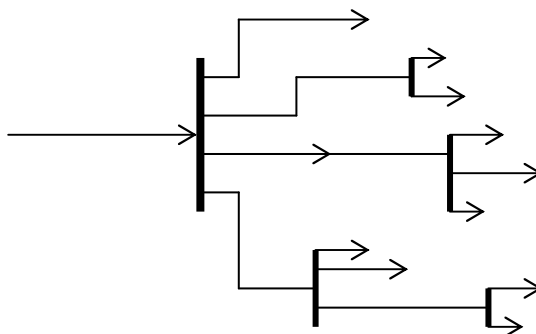
V průmyslových a městských aglomeracích bývá obtížné najít místo pro transformovny s venkovními rozvodnými zařízeními. Proto se tu transformovny vvn/vn řeší jako vnitřní, umístěny v budovách. V místech, kde nelze umístit ani tyto stanice, je nutné umístit transformovnu do podzemí. [2]

Průmyslové transformovny se od transformoven pro veřejný rozvod téměř neliší. Hlavní rozdíl je pouze v tom, že se u odběrových průmyslových stanic požaduje kompenzace účinku, kompenzace zpětného vlivu silových polovodičových zařízení na napájecí síť a možnost regulace a měření odběru elektrické energie z veřejné sítě. Umísťují se buď přímo v průmyslových budovách, nebo se řeší jako samostatné objekty. Povrchová úprava, kvůli vzhledu i kvůli odolnosti vzhledem k prostředí, je z kovového obložení z nerezavějící oceli, barevných plastů, omyvatelného betonu a jejich kombinací. Většinou mají průmyslové transformovny rozsáhlejší sekundární rozvodná zařízení, potřebná pro napájení velkého počtu spotřebičů přes složitější síť. V závodech, ve kterých je výroba automatizována, je řízení sekundárních rozvodných zařízení ve stanicích obvykle plně zapojeno do řízení výrobního procesu.

3.3. SCHÉMATA JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ ROZVODŮ

- paprskový rozvod (Obr. 3.3.)

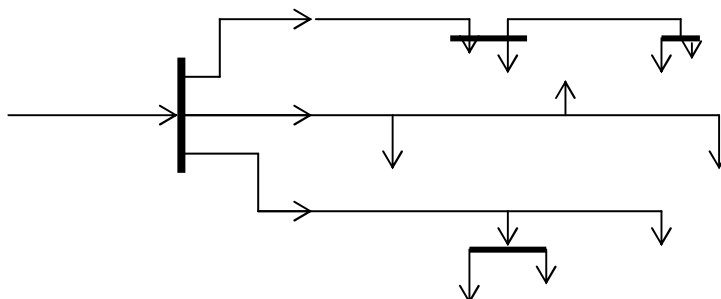
Tento druh sítě je velmi jednoduchý, snadno se udržuje, snadné je rovněž vyhledávání poruch. Tento typ rozvodu nemá zajištěno rezervní napájení. Výpadek kteréhokoliv prvku rozvodu má za následek výpadek napájení jednoho nebo více odběrných míst.



Obr. 3.3. *Paprskový rozvod*

- průběžný rozvod (Obr. 3.4.)

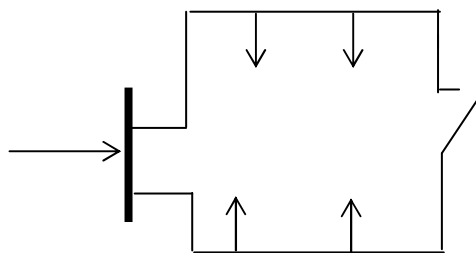
Tento typ sítě je přehledný, ale vzhledem ke své konfiguraci musí mít větší průřezy kabelů z napájecí rozvodny. Počet kabelů je menší než u paprskové sítě. Průběžné vedení se používá např. v průmyslových rozvodech pro napájení spotřebičů s velkými příkony se stálým provozem.



Obr. 3.4. *Průběžný rozvod*

- okružní rozvod (Obr. 3.5.)

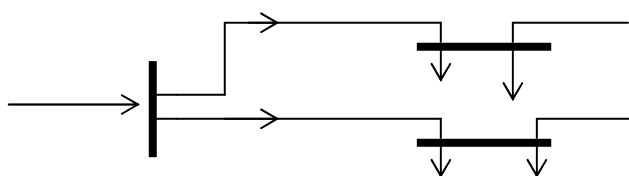
U tohoto typu sítě má každé odběrné místo napájení ze dvou stran (i při jedné vstupní elektrické stanici). Tím se zvýší spolehlivost napájení jednotlivých odběrů. Většinou se provozují tyto sítě jako rozpojené a při poruše se provádějí příslušné manipulace. Sítě okružní jsou dražší než paprskové pro větší délku nezbytných vedení, avšak jsou provozně jistější. Provoz rozepnutých okružních sítí je přehledný a nenáročný. Používá se v praxi pro všechny hladiny napětí nn, vn a vvn.



Obr. 3.5. *Okružní rozvod*

- hřebenový rozvod (Obr. 3.6.)

Tento rozvod zajišťuje zejména spolehlivější napájení podružných rozváděčů, lepší využití rozvodu v jeho omezených částech a napájení podružných rozváděčů v případě poruchy v jedné nebo i ve více větvích rozvodu.



Obr. 3.6. *Hřebenový rozvod*

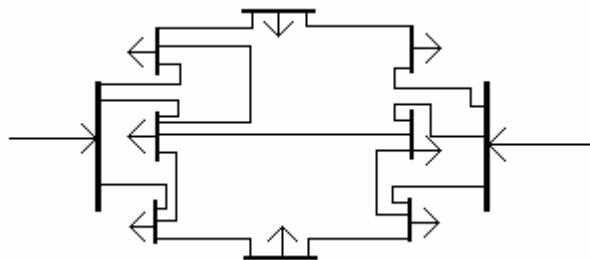
- mřížový rozvod (Obr. 3.7.) - používají se u kabelových sítí nn, v některých případech i u vn sítí.

Zjednodušený mřížový rozvod

- vyžaduje nejméně dva napáječe. Jednotlivé vedení (větve) se stýkají v uzlech, které tvoří pojistkové skříně nebo rozvodnice. Při poruše (např. zkrat) je pojistkami odpojeno příslušné vedení, ale uzel je napájen z ostatních větví. Tento typ rozvodu je náročný na údržbu (kontrola stavu pojistek), zajišťuje však nejvyšší spolehlivost napájení jednotlivých odběrů.

Klasický mřížový rozvod

- jsou rozvody pro napájení větších měst. Mřížový rozvod je napájen více napáječi vn 3 až 5. Má výhody především v provozní jistotě, lepší využití transformátorů, menší ztráty a kolísání napětí. Nejčastěji se provádějí jako kabelové sítě nn. Nevýhoda – vyšší zkratové proudy.



Obr. 3.7. Mřížový rozvod

[4]

3.4. OVLÁDÁNÍ PŘÍSTROJŮ

Přístroje v elektrických rozvodných zařízeních se pro provedení potřebných provozních manipulací ovládají

- a) ručními pohony
- b) strojními pohony
 - pneumatickými
 - elektromotorickými
 - elektromagnetickými

Ruční pohon se volí pro zařízení nn a jednoduchá zařízení vn. Pro vyšší napětí se volí strojní pohon.

Strojní pohon pneumatický vyžaduje výrobu a rozvod stlačeného vzduchu. Je značně rozšířen v rozvodnách. Přístroje jsou vybaveny ovládacími pneumatickými pohonnými válci, u nichž se přívod vzduchu řídí elektromagnety.

Elektromotorický pohon využívá elektromotoru k zapínání přístrojů a ke stlačení pružiny pro rychlé vypnutí přístrojů.

Elektromagnetický pohon je využíván hlavně u stykačů.

Lze též užít kombinovaného spínání, kdy dálkově ovládané nebo častěji spínané přístroje se ovládají strojními pohony a ostatní přístroje ručními pohony. Strojní ovládaní se provádí buď z ovládací skříně v odbočce, nebo dálkově z velína (který může být značně vzdálen od elektrické stanice) nebo automaticky.

[3]

4. NOVÉ TYPY SPÍNACÍCH PRVKŮ

4.1. ÚVOD

Automatizace provozu distribučních sítí vn je jedním ze základních cílů, které mohou podstatně ovlivnit spolehlivost zásobování elektrickou energií a splnit tak náročná kritéria hodnocení kvality dodávky (sumační hodnoty krátkodobých a dlouhodobých výpadků napájení apod.). Jako prvním z nových typů spínacích prvků se budu věnovat dálkově ovládanému resloseru OSM 27. Jako druhý prvek jsem vybral dálkově ovládaný odpínač Fla 15/60 a Inteligentní venkovní odpínač Fla 15/6400 AE. Dále jsem uvedl přepětřovou ochranu DEHNmid, aktivní filtry Dannfos.

Investice do zařízení pro automatizaci provozu distribučních sítí je jeden z důležitých faktorů, který zásadně ovlivňuje spolehlivost zásobování elektrickou energií. S liberalizací trhu s elektrickou energií podstatně roste význam dodržení sumačních hodnot kritérií kvality napájení odběratelů, mezi zásadní parametry kvality patří integrál krátkodobých a dlouhodobých výpadků napájení, krátkodobá podpětí a přepětí a další. V západních evropských zemích jsou kvalitativní parametry velmi přísné a uplatňované sankce vedou ke snížení ceny až na polovinu v rámci celkové spotřeby energie v období 1 roku pro daného odběratele. Obdobný vývoj lze očekávat v krátké době i v České republice a je nutné si uvědomit, že sankce za nekvalitní dodávky jdou na vrub distribučních společností. Společným jmenovatelem těchto opatření je rychlé selektivní určení místa poruchy v distribuční síti, vymanipulování a rychlé následné obnovení napájení do nepostižených částí sítě. Podmínky pro venkovní a kabelová vedení jsou shodné, liší se však metody a technické možnosti při realizaci. Cílem je tedy přesné vymezení místa vzniklé poruchy v síti bez dalšího dělení sítě a zkušebního zapínání do poruchy, omezení vlivu příspěvků od poruch do nepostižených částí, rychlé vícestupňové selektivní vypínání a OZ.

4.2. RECLOSER OSM 27

Moderní zařízení určené pro použití ve venkovních distribučních sítích a ve spínacích stanicích se jmenovitým napětím max. 27 kV. Recloser (výrobce NOJA POWER) je dodáván společně s řídící a komunikační skříní, jejíž součástí je telemechanika, která zajišťuje ochranné funkce, měření, monitoring, ovládání a vizualizaci stavu.



Obr. 4.1. Recloser umístěný na stožáru vn

KONSTRUKCE RECLOSERU

Základním prvkem vn části recloseru SADS OSM27 jsou tři vakuové vypínací komory. Celá vn část je zabudována v krytu z nerezové oceli, který dává recloseru optimální tvar. Na tělese recloseru je celkem šest vn průchodek ze silikonového kaučuku určených pro připojení silových vodičů. Na každém připojovacím pólu recloseru jsou instalovány snímače napětí a proudu. K měření fázového proudu a proudu I_0 jsou použity Rogowského cívky. Rogowského cívky mají oproti tradičním proudovým snímačům se železným jádrem několik zásadních výhod:

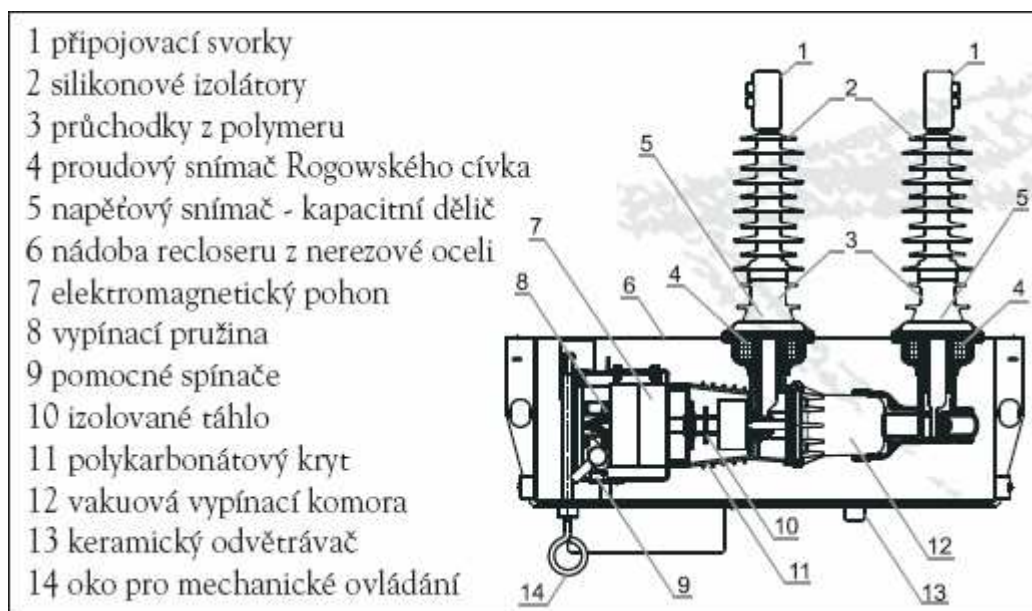
- vyšší přesnost měření při vyšším proudovém rozsahu
- odolnost proti saturaci při vysokých poruchových proudech
- nižší hmotnost
- široký a lineární rozsah měření

Napětí se měří pomocí kapacitních děličů. Na jedné straně recloseru jsou snímače napětí a proudu spojeny do hvězdy pro měření fázových proudů a napětí, a na druhé straně do otevřeného trojúhelníku pro měření netočivých složek U_0 a I_0 .

Tři magnetické pohony jsou mechanicky propojeny, takže zajišťují správnou funkci třífázových operací a mechanismus je držen v zapínací nebo vypínací poloze pomocí magnetického blokování. Pohon je elektromagnetický. Změny stavu ZAP/VYP je dosaženo změnou polarity ovládacího proudu cívky. Recloser může být rovněž vypnut mechanicky pomocí ovládací tyče s hákem.

Stav VYP/ZAP zařízení je indikován pomocí zeleného znaku „0“, resp. červeným znakem „I“. Stav recloseru je rovněž indikován pomocí mikrospínače spojeného s řídicí elektronikou. Signalizační deska, která je osazená tímto mikrospínačem, neobsahuje žádné aktivní prvky.

V následujícím schematickém řezu vlastního recloseru je znázorněna konstrukce a hlavní komponenty.



Obr. 4.2. Řez recloserem SADS OSM27

Systémy dálkového ovládání

Systém SADS (systém pro automatizaci provozu distribučních sítí) je určen pro dálkové ovládání a monitorování malých energetických rozvodných a napájecích objektů, např. dálkově ovládaných automatických úsekových odpínačů a spínacích stanic vn/vn. Buď je autonomní na úrovni rajónního dispečinku (RD) energetiky, nebo umožňuje začlenění k většímu řídicímu systému v RD jako subsystém.

Systém SADS je tvořen

- centrální jednotkou na bázi PC s periferiemi,
- komunikační jednotkou pro připojení na základnovou radiostanici a ke kabelovým sdělovacím cestám,
- podřízenými terminály automatických odpínačů (TAO), kde ovládaným spínacím prvkem venkovní sítě je automatický odpínač s komponenty,
- rozšířenými podřízenými terminály pro malé spínací stanice vn/vn.

Komunikace je umožněna v rádiové hvězdicové síti nebo po kabelové sdělovací cestě v liniovém hvězdicovém uspořádání nebo v jejich kombinaci. Zabezpečení je zajištěno kódováním redundantním kódem, hardwarovou a softwarovou filtrací, speciální konstrukcí modemových obvodů a zpětnovazebním potvrzováním. Použitý druh radiostanice je libovolný, dosud se používaly radiostanice VR21 – 80 MHz, Motorola – 450 MHz, AEL – 330 MHz a Grundig MT118. Komunikaci po rádiové síti může být vyhrazen zvláštní kmitočet nebo ovládání úsečníků může probíhat na pozadí fonického provozu již vybudovaných energetických rádiových sítí. Základní rozsah ovládaných bodů je do 194, ale lze ho rozšířit na maximálně 14 x 194 ovládaných bodů.

Z hlediska elektromagnetické kompatibility (EMC) byla elektronika automatiky odpínače podrobena důkladným zkouškám a splnila požadavky kompatibilních úrovní podle IEC 801-4 pro třídu 4. Tyto zkoušky byly prováděny zejména z důvodu prokázání odolnosti elektroniky proti možným silným elektromagnetickým polím oblouku problematicky vypínaného odpínače.

[5]

4.3. DÁLKOVĚ OVLÁDANÝ VENKOVNÍ ODPÍNAČ

Popis dálkově ovládaného úsekového odpínače

Dálkově ovládaná stanice s venkovním odpínačem se sestává z běžně užívaného odpínače Fla 15/60 nebo Fla 15/97, doplněného o skříňku koncového spínače pro hlášení polohy VYP/ZAP nezávisle na stavu pohonu, což je velmi důležité pro spolehlivost systému. Dále je na stožáru umístěn napájecí transformátor, anténa a skříň ovládání s elektromechanickým pohonem Driescher UM 20. Pohon má velkou rezervu síly a dokáže se spínačem manipulovat i za velmi silné námrazy. V krajních polohách je samosvorný. Vodiče na stožáru jsou chráněny ochranou trubkou se zaústěním do skříně dálkového ovládání.

Dva záložní bezúdržbové akumulátory umožňují provoz DOS po dobu 120 hodin bez napájení ze sítě vn včetně možnosti deseti cyklů manipulací VYP a ZAP. Skříň je vyrobena z ocelového plechu tloušťky 2,5 mm, je žárově zinkovaná a má zdvojené dveře se speciálními zámky, takže je velmi odolná proti vandalům.



Obr. 4.3.1. Skříň dálkového koncového odpínače

Venkovní odpínače řady Fla 15/60 GB

Venkovní odpínače řady Fla 15/60 GB byly firmou DRIBO vyvinuty jako aplikace dlouhodobě vyráběných odpínačů typu Fla 15/60, které již řadu let přímo v provozu prokazují svou vysokou spolehlivost a provozní bezpečnost.

Spínání probíhá v osvědčené těsně uzavřené zhášecí komoře naplněné transformátorovým olejem SHELL DIALA D nebo biologicky odbouratelným transformátorovým olejem SHELL FLUID 4600. Každá zhášecí komora je naplněna cca 0,5 litrem oleje.

Všechny proudovodné díly jsou vyrobeny z galvanicky postříbřené elektrolytické mědi a tvoří bezsmyčkovou proudovodnou dráhu. Průřezy proudovodných částí dimenzované s dostatečnou rezervou a příznivé kontaktní tlaky pružin vyrobených z nerezové oceli, vytváří předpoklady pro bezchybné spínání i po mnohaletém provozu odpínače v extrémních provozních podmínkách a také při námraze. Odpínače jsou dodávány s podpěrkami z cykloalifatické pryskyřice nebo silikonovými podpěrkami, na přání s porcelánovými podpěrkami.

Odpínače řady Fla GB byly (jako první) konstruovány již s ohledem na možnost používání omezovačů přepětí.

Pro ovládání odpínačů jsou dodávány ruční pohony nebo pro dálkové ovládání motorové venkovní pohony.

Hodnoty zkratové odolnosti jsou dodrženy s velkou rezervou.

Konstrukce odpínačů, kvalita použitých materiálů a pečlivost při výrobě, řídící se zásadami kontroly jakosti dle normy ISO 9001, zaručuje velmi nízké náklady na provoz a údržbu.

Za normálních pracovních podmínek jsou odpínače a zhášecí komory odpínačů (v případě ručního ovládání) po dobu dvaceti let bezúdržbové. Na komory repasované u výrobce je poskytována záruka jako na komory nové. Repase probíhá výměnným způsobem.

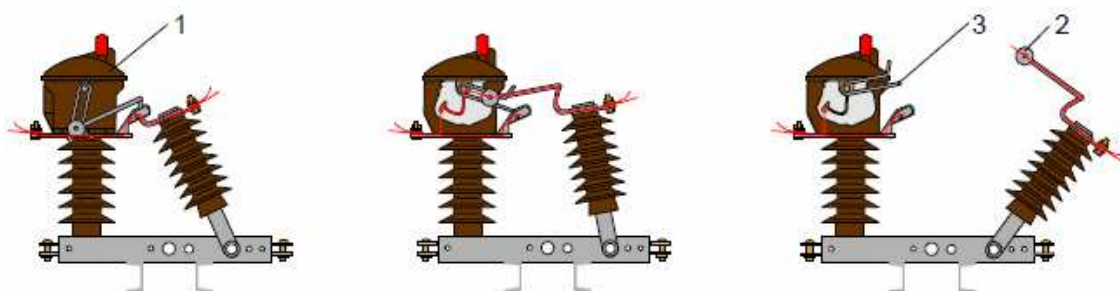


Obr. 4.3.2. Dálkově ovládaný odpínač

Přístroje je možno na přání doplnit o omezovače přepětí. Takto vybavené přístroje mají v označení písmeno O. Např. Fla 15/60 GB KO. Odpínač pro montáž na betonový sloup, pro kabelový svod, vybavený omezovači přepětí. Omezovače jsou na přístroje montovány přímo u výrobce, nebo je ve spolupráci s výrobcem možná i pozdější jednoduchá montáž. V principu lze použít jakékoli omezovače. Konstrukčně doporučené jsou omezovače firem ABB, RAYCHEM a TRIDELTA.

Popis funkce odpínače

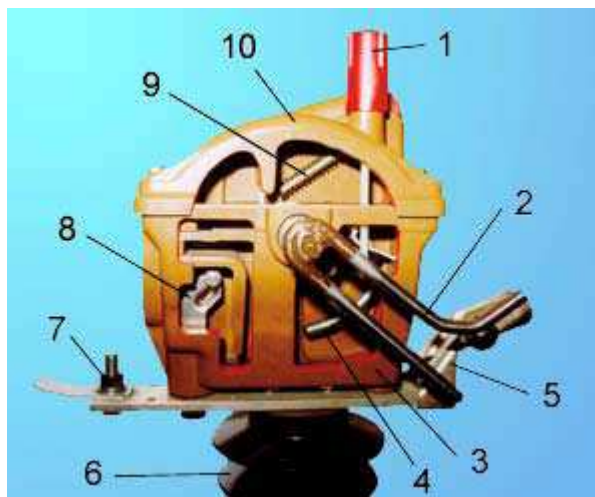
Osvědčené olejové zhášecí komory odpínačů Fla 15/60, zapojené paralelně k hlavnímu obvodu, jsou vybaveny mžikovým spínacím mechanismem. Zhášecí komory jsou dostatečně robustní, aby jejich těsnost nebyla porušena ani při extrémních způsobech používání. Každá zhášecí komora je naplněna cca 0,5 litru oleje Shell Diala D, nebo Shell Fluid 4600.



Obr. 4.3.3. Popis funkce odpínače

Výše uvedená vyobrazení zobrazují průchod proudu během spínání, v zapnuté poloze, v mezipoloze a ve vypnuté poloze odpínače. Kladičkový kontakt umístěný na odpojovacích nožích je na konci opatřen dvěma kladičkami (2), jejichž vyduť směřuje dovnitř. Zhášecí komora (1) je ovládána vidlicovým kontaktem z nerezové oceli (3). Při ovládání spínače je tato vidlice nuceně unášena kladičkou jak při zapínání tak také při vypínání. Mžikový mechanismus

spojený s touto vidlicí působí na kontaktní systém uvnitř komory a mžikově rozepne případně sepne kontakty zhášecí komory nezávisle na rychlosti ručního ovládání. Při vypínání se nejprve rozepnou hlavní kontakty a následně po dosažení bezpečné vypínací vzdálenosti dojde k mžikovému rozepnutí kontaktního systému ve zhášecí komoře.



Obr. 4.3.3. Řez zhášecí komorou odpínače Fla 15/60 GB

4.4. INTELIGENTNÍ VENKOVNÍ ODPÍNAČ FLA 15/6400 AE

Slouží ke spínání obvodů při zatížení, tzn., že mohou spínat a vypínat provozní proudy až do velikosti jmenovitých vypínacích proudů. Nejsou konstruovány pro vypínání zkratových proudů, ale jsou schopny po určitou dobu zkratový proud převádět.

Odpínače vyhovují následujícím normám: ČSN EN 60694, ČSN EN 60265-1. Použité podpěrné izolátory vyhovují oblasti stupně znečištění IV podle ČSN 33 0405.

Jednoduchá a robustní konstrukce odpínačů se vynikajícím způsobem osvědčila v klimaticky nejrozdílnějších oblastech.

Základní svařovaný rám je vyroben z otevřených ocelových profilů, jejich tvar spolehlivě zaručuje dokonalou, na všech místech kontrolovatelnou povrchovou ochranu proti korozi žárovým zinkováním. Žárovým zinkováním jsou chráněny i hřídele odpínačů uložené v bronzových ložiscích a všechny ostatní ocelové díly včetně ověšení.

Spínání odpínačů Fla 15/6400 AE probíhá v těsně uzavřené zhášecí komoře naplněné transformátorovým olejem SHELL DIALA D, nebo biologicky odbouratelným transformátorovým olejem SHELL FLUID 4600.

Do ovzduší nejsou vylučovány žádné zplodiny hoření. Proto tyto odpínače splňují nejpřísnější ekologické požadavky. Výrobce navíc nabízí možnost bezplatné ekologické likvidace použitých olejů.

Biologická odbouratelnost oleje SHELL FLUID 4600 byla přezkoušena a je garantována firmou Deutsche Shell AG. Měření byla provedena podle mezinárodní metodiky CEC-L-33-A-93.

Všechny proudovodné díly odpínačů jsou vyrobeny z galvanicky postříbřené elektrolytické mědi a tvoří bezesmyčkovou proudovodnou dráhu.

Průřezy vodičů proudovodných částí jsou dostatečným způsobem dimenzovány. Příznivé kontaktní tlaky pružin vyrobených z nerezové oceli vytváří předpoklady pro bezchybné spínání i po mnohaletém provozu odpínačů v extrémních provozních podmínkách a také při námraze.

Odpínače jsou dodávány s podpěrkami z cykloalifatické pryskyřice. Odpínače je možné vybavit zapouzdřenými pomocnými spínači (krytí IP 44) umístěnými přímo na rámu přístroje, čímž je zaručena spolehlivá signalizace zapnutí a vypnutí. Hodnoty zkratové odolnosti jsou dodrženy s velkou rezervou.

Osvědčená konstrukce odpínačů, kvalita použitých materiálů a pečlivost při výrobě, řídicí se zásadami kontroly jakosti dle normy ISO 9001:2000, zaručuje nízké náklady na provoz a údržbu. Za normálních pracovních podmínek jsou odpínače po dobu šestnácti let bezúdržbové. Použitá elektronika je bezúdržbová po dobu čtyř let.



Obr. 4.4. Venkovní odpínač Fla 15/6400 AE

4.5. AKTIVNÍ FILTRY DANNFOS

U elektrických pohonů se stále více řeší potencionální úspora elektrické energie. díky rozšířenému používání měničů frekvence se hospodárnost při využívání energie regulovaných pohonů stále zlepšuje. Napájecí síť zatěžuje nelineární spotřebiče, ke kterým patří vedle spínaných zdrojů nebo energeticky úsporných žárovek i měniče frekvence.

V ideálním případě by mělo mít síťové napětí rovnoměrné sinusové napětí s konstantní amplitudou a frekvencí. Nelineární spotřebiče však odebírají ze sítě nesinusový (neharmonický) zátěžový proud. Takovéto typické zatížení sítě vytvoří nejčastěji používané 6pulsní vstupní usměrňovač. Z toho vyplývá odchylky od ideální sinusové formy, čemuž se dnes v napájecí síti nedá vyhnout.

Tyto deformace sinusové formy jako následek nelineárního odběru proudu se nazývají zpětné působení na síť nebo také vyšší harmonické (více užívané). Vyšší harmonické s nejsilnějšími účinky jsou 5. a 7., tedy frekvence od 250Hz do 350Hz. Příliš velká deformace, popř. příliš velký obsah vyšších harmonických vede k tomu, že např. citlivé elektronické stanice – zařízení, jako jsou počítače, senzory či regulátory – nebudou fungovat bezchybně. Dokonce mohou být poškozené i nechráněné kompenzační stanice kompenzační stanice jalového proudu.

Možné řešení se dají rozdělit na pasivní a aktivní opatření. K pasivním řešením patří např. specificky působící absorpční obvody, pasivní filtry s vyššími harmonickými nebo 12- či 18pulsní zapojení. Polovodiče, které se stále vyvíjejí, zlepšují a přizpůsobují rozsahu výkonu, umožňují ve spojení s nejmodernější microprocesorovou technikou další řešení. Novou a účinnou cestou je použití aktivních elektronicky filtračních systémů.

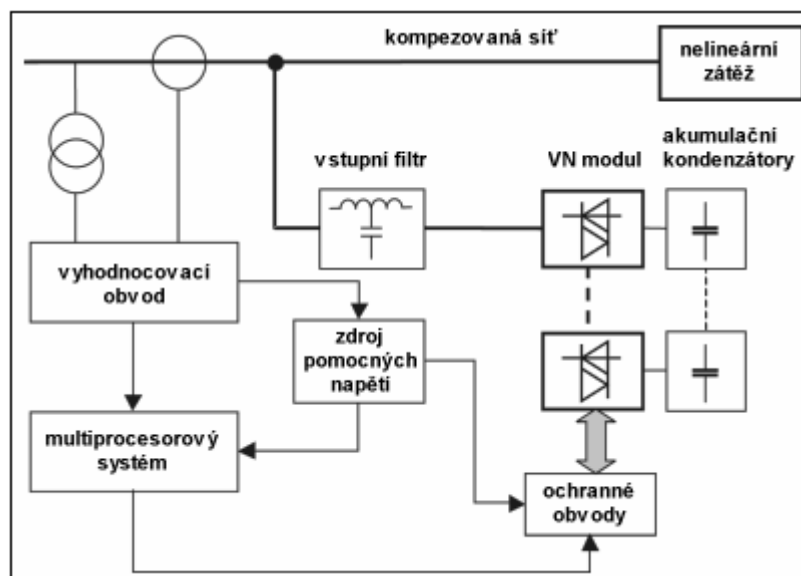
Na základě stálých měření síťových proudů přepočítá aktivní filtr doplňky k aktuálním vyšším harmonickým. Následně cíleně napojí aktivním zdrojům proudu odpovídající proud tak, že součtem opět vznikne sinusová forma proudu. Z pohledu konstrukce je v porovnání k pasivnímu systému nákladnější. Vyžaduje vysoce analytické rychlé zaznamenání neměřených údajů, vysoký výpočtový výkon v regulátoru a také rychle spínací IGBT.

Díky konstrukci filtru je možná simulace absorpčních okruhů bez toho, aby se musel brát ohled na měnič se topologie sítě. Příslušnou parametrizací se určité vyšší harmonické oscilace utlumí, další zůstanou nepovšimnuté. Tím se dá maximální filtrační proud velmi cíleně použít na tlumení podle zadání provozovatele. Alternativně však tyto filtry pracují i komplexně.

Díky funkčnímu principu se dají aktivní filtry volně umístit v zařízení. Stačí spojení s příslušným napájením, anebo rozvodem.

Aktivní filtry sdružují množství předností běžných řešení. Při užívání komplexních konstrukčních skupin a elektroniky musí uživatel uvažovat dále. Určitě bude vést výpadek takovéto jednotky ve vysoce využívané síti k poruchám, nebo alespoň k příznakům přetížení. Pomocť může rozdělení kompenzačního výkonu na několik malých jednotek. Dosažitelná kvalita sítě je asi 5% THDi. Vyšším využíváním existujících energetických systémů se investice do elektronického filtru vyšších harmonických amortizuje už během hospodářsky příznivého časového období.

Podrobnější informace o měničích frekvence a filtrech nabízených prodejcem lze obdržet prostřednictvím identifikačního čísla nebo servisní linky.



Obr. 4.5. Blokové schéma aktivního filtru

Výkonová elektronika VLT®

Ověřená výkonová elektronika VLT® identifikuje harmonické zkreslení z nelineárních zátěží a zavádí do sítě harmonické a jalové složky proudu opačné fáze za účelem obnovení optimální sinusové křivky a účinníku rovného číslu 1. Modulární konstrukce nabízí stejné parametry jako řada měničů VLT®s vysokým výkonem, včetně vysoké energetické účinnosti, uživatelsky přívětivé obsluhy, chlazení zadním kanálem a skříní vysoké kvality. Aktivní filtry Danfoss mohou kompenzovat jednotlivé měniče VLT® jako kompaktní integrované řešení nebo být instalovány jako kompaktní samostatné řešení v uzlovém bodu sítě a souběžně kompenzovat několik zátěží. Aktivní filtr Danfoss pracuje na úrovni napětí $3 \times 400 \text{ V}$ až $3 \times 690 \text{ V}$, které může být zajištěno snížovacím transformátorem.

Jde o dokonalé řešení pro:

- rekonstrukci slabých sítí,
- zvyšování kapacity sítě,
- zvyšování výkonu generátoru,
- splnění požadavků kompaktního dodatečného vybavení,
- zabezpečení citlivých prostředí,
- využití energetických úspor.

Charakteristické vlastnosti aktivního filtru Danfoss

- úspory energie
- kompenzace a regulace účinníku
- přidělování priority
- automaticky se přizpůsobuje změnám v síti
- omezení harmonického zkreslení
- chlazení zadním kanálem
- spolehlivost
- schopnost pokračovat v provozu i v případě přetížení, velká schopnost poradit si s různými

- napět'ovými křivkami (odolnost proti rázům), integrovaná ochrana
- volitelný vypínač síťového napětí a pojistky
- deska plošných spojů s volitelnou ochrannou vrstvou
- modernizace bez nutnosti demontáže stávajících zařízení
- uživatelský komfort
- standardní oceňovaný ovládací panel (LCP)
- stejná kompaktní skříň jako u měničů
- modulární konstrukce
- sdílení součástí s měničem
- automatické přizpůsobení proudového snímače
- kompatibilita se softwarem VLT

[6]

4.6. PŘEPĚŤOVÉ OCHRANY DEHN MID PRO ZAŘÍZENÍ VN

Nástup moderních technologií se nevyhnul ani zařízením vysokého napětí. Zapouzdřené rozvodny se instalují do výrobních a administrativních budov, tedy se přiblížily k výrobním linkám a koncovým zařízením a spotřebičům. Tím ale vzrostlo riziko ohrožení nebo ovlivnění citlivých elektronických zařízení ve sféře výroby, správy, řídicích systémů a systémů měření a regulace (MaR), jakož i zařízení pro volný čas a zejména osob, které je obsluhují nebo používají.

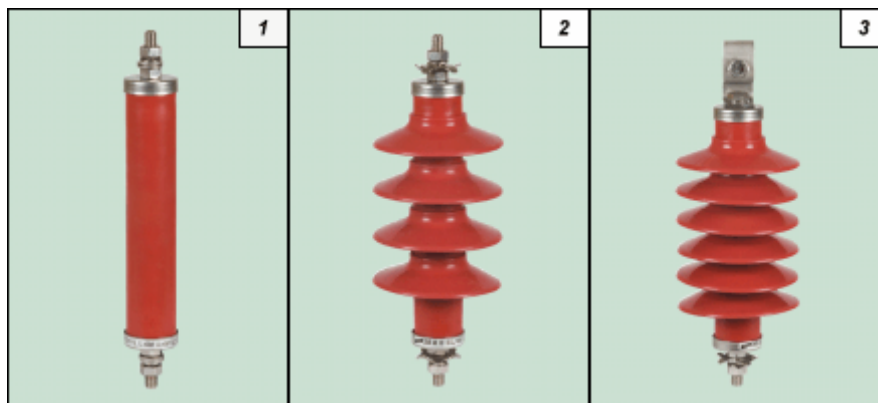
Podíl poruch způsobených spínáním a změnami zatížení sítě je velmi vysoký. Přepět'ové ochrany instalované v sítích nízkého napětí ochranu zařízení vn neřeší a navíc jsou poruchami na straně vysokého napětí zbytečně zatěžovány. Problematika ochrany před přepětím je zaměřena na omezování či vyloučení vlivu jejich zdrojů. Je zde tedy reálná potřeba účinné ochrany před přepětími na vedeních vysokého napětí.

Firma DEHN + SÖHNE, přední výrobce přepět'ových ochran, představila novou řadu svodičů přepětí pro síť vysokého napětí pod názvem DEHNmid.

DEHNmid je svodič přepětí určený pro síť se střídavým jmenovitým sdruženým napětím $U_{L-L} = 6, 10, 15, 20$ a 30 kV. Mechanické vlastnosti svodiče DEHNmid jsou přizpůsobeny podmínkám montáže ve venkovním prostředí. Pro použití ve vnitřním prostředí (v budovách, rozvodnách) je určeno provedení svodiče pro nenáročné aplikace bez stříšek, DEHNmid DMI ..., typ L Low Duty (obr. 4.4.ad 1).

Pro venkovní prostředí s běžným stupněm znečištění je vhodné provedení svodiče pro běžné aplikace s izolačními stříškami vzdálenými 45DNI ..., typ N Normal Duty (obr. 4.4. ad 2).

Ve venkovním průmyslovém prostředí se zvýšeným stupněm znečištění se uplatní provedení svodiče pro náročné aplikace s izolačními stříškami vzdálenými 30 mm DEHNmid DNI..., typ H Heavy Duty (obr. 4.4. ad 3).



Obr. 4.4. Svodič přepětí DEHNmid

Základem svodičů DEHNmid je výkonný varistor s oxidem zinečnatým (ZnO), jmenovitým impulsním svodovým proudem $I_{sn} = 10 \text{ kA}$ (8/20 μs) a třídou výbojů z vedení 1 (energetické namáhání 2,8 kJ/kV U_n), popř. 3 (energetické namáhání 6 kJ/kV U_n). Svodiče vykazují vysokou odolnost proti silovému impulsnímu proudu až do 100 kA (4/10 μs).

Charakteristickou vlastností konstrukce svodičů DEHNmid je obzvláště vysoká flexibilita. Rozměry svodiče jsou stanoveny v závislosti na napětí, povrchových přeskokových vzdálenostech a požadované délce. Výsledkem je kompaktní konstrukce přizpůsobená podmínkám použití (obr. 4.5). Opletení ze skleněných vláken prosycené epoxidovou pryskyřicí dává svodičům přepětí vysokou mechanickou pevnost a ve spojení s pouzdem ze silikonového kaučuku vysoké izolační schopnosti.

Ať už jsou svodiče DEHNmid instalovány v jakémkoliv prostředí, pouzdro s opletením prosyceným silikonovým kaučukem odolávající vysokým teplotám má stále vlastnosti a brání vytváření cest pro svod povrchových proudů z plazivých výbojů. Jediné hydrofobní vlastnosti tohoto materiálu zabraňují též v extrémních venkovních podmínkách vytváření vodivých filmů z vody a nečistot. Dokonce agresivní solná mlha ve spojení s vysokou okolní teplotou nemůže poškodit pouzdro svodiče ani přírůdky z korozivzdorné oceli.

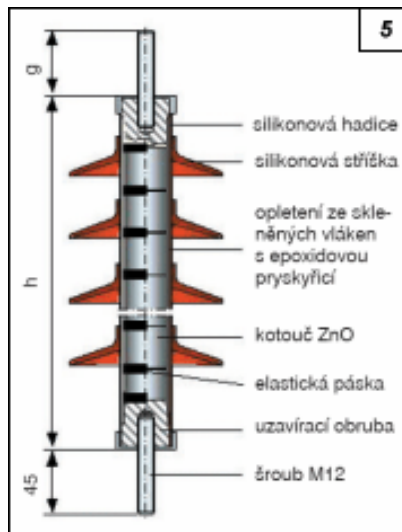
Základní příslušenství svodičů přepětí DEHNmid

Oddělovací jednotka

Oddělovací jednotka Disconnecter DIC 10 pro svodiče DEHNmid (obr. 6), pracující na principu nevýbušného jiskřiště. Zajišťuje především oddělení přetíženého svodiče od sítě, zabraňuje vzniku zemního spojení a tím podporuje bezporuchový provoz sítě vn.

Počítadlo impulsů

Počítadlo impulsů IZ(M) 100 registruje počet svodů přepětí ve svodičích a umožňuje sledovat životnost svodičů pomocí registrace povrchových proudů.



Obr. 4.5 Konstrukce svodiče DEHNmid



Obr. 4.6. Oddělovací jednotka

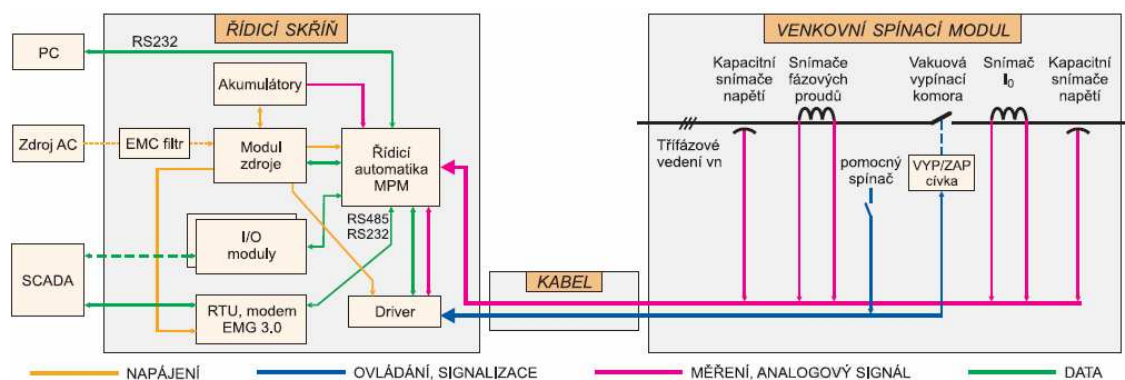
5. ZAČLENĚNÍ MODERNÍCH PRVKŮ DO SÍTÍ VN

5.1. RECLOSER OSM 27

ZAČLENĚNÍ RECLOSERŮ VE VN SÍTÍCH 22 kV

Nasazení recloserů je klíčové zejména v místech, kde je nutné okamžité odpojení poškozené části vedení bez nutnosti omezování dodávek elektrické energie ostatním odběratelům. Toto umožňuje zejména vysoká rychlost vypnutí, ale i souhrn všech automatizačních a ochranných funkcí. Následuje přehled typických míst nasazení recloseru:

- na kmeni vedení - možnost zkruhování venkovních sítí se selektivními směrovými ochranami, dělení kmene vedení na dvě až tři části podle rozložení výkonu
- na odbočkách vedení - rychlost vypnutí a opětovného zapnutí (OZ) zajišťují, že kmen vedení a odbočky jsou trvale v napěťovém stavu
- na dlouhých odbočkách vedení lze umístit minimálně dva reclosery s časově odstupňovanými ochrannými funkcemi
- na odbočkách za důležitým odběratelem – eliminace poruch za dálkově ovládaným recloserem (DOR)
- jednoduchá a cenově optimální realizace venkovních spínacích stanic vn
- automatické záskoky napájení ze dvou nezávislých vedení – obnovení dodávky do 10ms
- pro modernizaci klasických kobkových spínacích stanic v kabelových distribučních sítích
- pro realizaci tzv. rozpadového místa při připojení malých energetických zdrojů do distribuční soustavy (větrné elektrárny, kogenerační jednotky, malé vodní elektrárny)



Obr. 4.1. Blokové schéma recloseru - měření a ovládání

5.2. DÁLKOVĚ OVLÁDANÝ VENKOVNÍ ODPÍNAČ

Odpínače řady Fla 15/60 GB je možno využít jako náhrady za venkovní odpínače typu Fla 15/60, Fla 15/6400 a Fla 15/6410. Jsou vhodné pro venkovní elektrické sítě vn, k vypínání distribučních transformátorů vn/nn a odboček venkovního vedení. Jsou vhodné pro vybavení sloupů určeného k přechodu z venkovního vedení na kabelová vedení s dálkovým ovládáním.

Mezi výhody této řady odpínačů patří umožnění práce pod napětím, jednoduchá a rychlá montáž omezovačů přepětí, zjednodušení montáže na sloup a usnadnění manipulace snížením hmotnosti přístroje.

Ze zhásecí komory do ovzduší nejsou vylučovány žádné zplodiny hoření. Proto splňují odpínače řady Fla GB nejprísnější ekologické požadavky. Výrobce navíc nabízí možnost bezplatné ekologické likvidace použitých olejů. Biologická odbouratelnost oleje SHELL FLUID 4600 byla přezkoušena a je garantována firmou Deutsche Shell AG. Měření byla provedena podle mezinárodní metodiky CEC-L-33-A-93.

5.3. INTELIGENTNÍ VENKOVNÍ ODPÍNAČE FLA 15/640 AE

Tyto přístroje navazují na osvědčený typ odpínačů Fla 15/6410 SA, které již řadu let přímo v provozu ve venkovních sítích vn dokazují svou vysokou spolehlivost a provozní bezpečnost. Tento typ venkovního odpínače je na našem území ve velmi malém počtu. K tomuto vypínači se věnuji pouze okrajově, protože byl popsán už v mnoha literaturách.

[9]

5.4. AKTIVNÍ FILTRY DANFOS

Vyšší harmonické na středním napětí byly v posledních 20 letech víc jak zdvojnásobeny. V odpoledních a večerních hodinách dochází k dočasnému zvýšení harmonických na úroveň přes 5%. K zabránění nebezpečných rezonancí musí být v těchto sítích provozováno jen kompenzační hrazené zařízení.

V průmyslových aglomeracích můžeme naměřit vyšší harmonické 8 % a výše. K zabránění přetížení je třeba v těchto případech použít vždy jen zařízení s filtračními obvody.

Jsou-li v samostatném výkonu podniku obsaženy maximálně 25 % pohony se střídači nebo maximálně 17 % s usměrňovači a je-li spotřeba jalového výkonu podniku minimálně při 2 násobku výkonu střídačů případně 3 násobku výkonu usměrňovačů, potom se problémy s harmonickými dostávají do ovládání hrazených kompenzačních zařízení.

Když v podružných rozvodech podniků nebo rozvodech administrativních budov je velký díl připojených jednofázových spotřebičů přístrojů výpočetní techniky a úsporných světel, potom je nebezpečí přetížení nulového vodiče. Je-li toto přetížení ještě jasně pod zatížením nulového vodiče, potom to lze řešit v mnoha případech pasivním filtrem.

Je-li v síti podíl přístrojů výpočetní techniky a úsporných svítidel 50 % dovoleného připojeného výkonu a více, je osvědčeným řešením použití aktivního filtru.

[7]

5.5. PŘEPĚŤOVÁ OCHRANA DEHNID

Přepětíová ochrana by neměla být v žádném případě pouze jako dodatečná ochrana zařízení. Představují (samozřejmě při správné aplikaci) prostředky omezující nejen evidentní případy rušení činnosti zařízení, ale také celou řadu tzv. nevysvětlitelných poruch, výpadků a „zamrznutí“. Při výrazných přepětích lze zásluhou použití přepětíových ochran předejít poškození, nebo dokonce zničení chráněných zařízení.

[6]

6. ZHODNOCENÍ PŘÍNOSU NOVÝCH PRVKŮ

6.1. PŘÍNOSY RECLOSERU SADS OSM27

Ve srovnání s jinými zařízeními sloužícími k podobnému účelu vynikají zejména následující výhody recloseru SADS OSM27:

- 30 000 cyklů VYP/ZAP při jmenovitém proudu 630 A
- nejrychlejší možný cyklus OZ (O – 0,1 s – CO – 1,0 s – CO – 60 s)
- nová technologie šetrná k životnímu prostředí – jako izolace není použit skleníkový plyn SF₆, ale pevný izolant
- snadná montáž díky nízké hmotnosti
- jednoduchá a spolehlivá konstrukce – neobsahuje elektromechanický pohon a soustavu táhel, tzn. je eliminován vliv námrazy
- snížené náklady na instalaci, recloser SADS OSM27 je připraven i pro montáž pod napětím
- integrované měření proudů (Rogowského cívky) a napětí (kapacitní děliče)
- neobsahuje žádné aktivní elektronické součástky ve vlastním vypínači
- možnost jednoduché integrace do stávajících systémů dispečerského řízení distribuční soustavy
- nové možnosti v automatizaci provozu distribučních sítí, např.:
 - vypnutí na odbočce do 60 ms bez vypnutí vývodového vypínače napájecí rozvodny
 - vypnutí vedení za důležitým odběratelem bez přerušení napájení
 - možnost selektivního vypnutí na dlouhých úsecích vedení bez vypnutí vývodového vypínače rozvodny
- automatické vydělení (bez zásahu dispečera) postiženého místa s poruchou a zajištění náhradního směru napájení
- podstatně vyšší užitné vlastnosti oproti stávajícím typům automatizovaných spínacích prvků při stejné nebo nižší pořizovací ceně
- vysoká odolnost EMC a provozní spolehlivost (střední doba mezi poruchami 350 let), bezúdržbové zařízení po dobu životnosti (vyjma výměny akumulátorů)

[10]

6.2. PŘÍNOSY DÁLKOVĚ OVLÁDANÉHO VENKOVNÍHO ODPÍNAČE

Dálkový odpínač umožňuje minimalizovat výpadky a následné škody způsobené nedodávkou elektrické energie při poruchách v síti. Díky této vlastnosti se výpadky elektrické energie výrazně zkrátí.

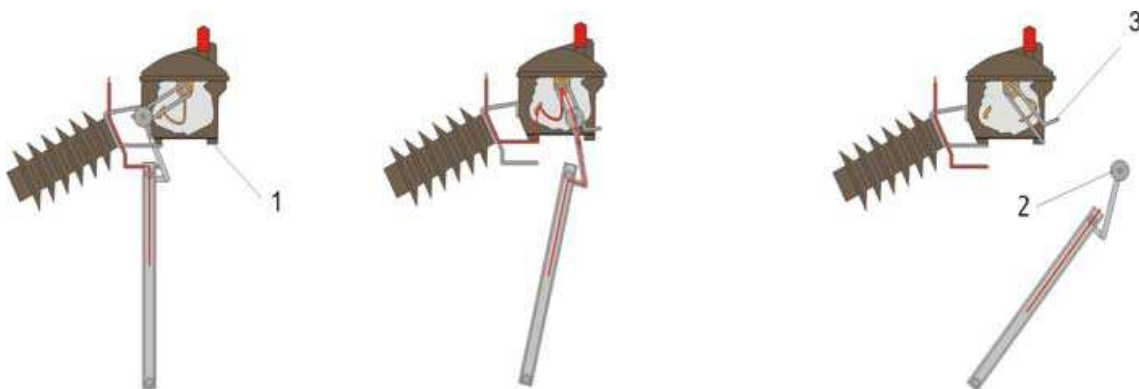
Typy odpínačů řady Fla jsou vybaveny zhášecí komorou v izolačním krytu odolném proti povětrnostním vlivům a pracují na olejovém zhášecím principu s rychlým vypínáním i zapínáním. Slouží ke spínání obvodů při zatížení, tzn. že mohou spínat a vypínat provozní proudy až do velikosti jmenovitých vypínacích proudů. Nejsou konstruovány pro vypínání zkratových proudů, ale jsou schopny po určitou dobu zkratový proud převádět.

6.3. PŘÍNOSY VENKOVNÍHO ODPÍNAČE FLA 15/6400 AE

Venkovní odpínače pro svislou montáž. Fla 15/6400 AE umožňují minimalizovat výpadky a následné škody způsobené nedodávkou elektrické energie při poruchách v síti. Odpínače Fla 15/6400 AE jsou vybaveny mechanismem s nasbíranou energií a elektronickým systémem, který zajistí vypnutí odpínače v beznapěťové pauze následující po neúspěšném OZ. Tím se odpojí vadná část vedení a následující OZ již zapíná pouze tu část, která není v poruše. Podstatně se tak omezí trvání poruchy na zdravých částech vedení. O zapůsobení elektronického systému a automatickém vypnutí je odpínač schopen podat hlášení prostřednictvím GSM sítě, a to buď SMS zprávou nebo přímým voláním zadaných telefonních čísel.

Typy FL jsou vybaveny zhášecí komorou v izolačním krytu odolném proti povětrnostním vlivům a pracují na olejovém zhášecím principu s rychlým vypínáním i zapínáním.

Osvědčené olejové zhášecí komory odpínačů Fla15/6400 zapojené paralelně k hlavnímu obvodu jsou vybaveny mžikovým spínacím mechanismem. Zhášecí komory jsou dostatečně robustní, aby jejich těsnost nebyla porušena ani při extrémních způsobech používání. Každá zhášecí komora je naplněna cca 0,5 litrem oleje Shell Diala D, nebo Shell Fluid 4600.



Obr 6.3. Popis funkce zhášecí komory

Výše uvedená vyobrazení zobrazují průchod proudu během spínání, v zapnuté poloze, v mezipoloze a ve vypnuté poloze odpínače. Kladičkový kontakt umístěný na odpojovacích nožích je na konci opatřen dvěma kladičkami (2), jejichž vydutí směřuje dovnitř. Zhášecí komora (1) je ovládána vidlicovým kontaktem z nerezové oceli (3). Při ovládání spínače je tato vidlice nuceně unášena kladičkou jak při zapínání tak také při vypínání. Mžikový mechanismus spojený s touto vidlicí působí na kontaktní systém uvnitř komory a mžikově rozeprve případně sepne kontakty zhášecí komory nezávisle na rychlosti ručního ovládání. Při vypínání se nejprve rozeprnou hlavní kontakty a následně po dosažení bezpečné vypínací vzdálenosti dojde k mžikovému rozeprnutí kontaktního systému ve zhášecí komoře.

V těsně uzavřené zhášecí komoře je naplněna transformátorový olej SHELL DIALA D, nebo biologicky odbouratelný transformátorový olej SHELL FLUID 4600.

Do ovzduší nejsou vylučovány žádné zplodiny hoření. Proto tyto odpínače splňují nejpřísnější ekologické požadavky. Výrobce navíc nabízí možnost bezplatné ekologické likvidace použitých olejů.

6.4. PŘÍNOSY AKTIVNÍCH FILTRŮ DANFOS

Tlak snižovat náklady na mezinárodních trzích nutí průmyslové výrobce k tomu, aby pátrali po potenciálech úspor a tyto úspory využívali. Prudce stoupající ceny energií, jak to lze pozorovat v posledních letech, jsou proto výzvou. Aby výrobci a provozovatelé udrželi náklady za energie na co nejnižší úrovni, pokoušejí se stále častěji šetrně zacházet s ubývajícími zdroji a drasticky snižovat spotřebu energie. A rovněž vedou i diskuse o oteplování země, klimatických změnách a produkci CO₂ ke změně myšlení mnohých firem ohledně životního prostředí. V této souvislosti hrají právě elektrické pohony důležitou roli. Nelze se tedy divit, že zařízení jsou stále častěji vybavena pohony řízenými v závislosti na otáčkách. Přitom je však potřeba prostřednictvím příslušných opatření zabránit vzniku vyšších harmonických v síti, protože mají negativní účinky na spotřebiče.

Mezi výhody aktivních filtrů Danfoss patří:

Vlastnosti	Výhody
úspory energie	nižší provozní náklady
kompence a regulace účinníku přidělování priority automaticky se přizpůsobuje změnám v síti	šetří energii
omezení harmonického zkreslení	Zvýšená účinnost transformátorů Menší ztráta v kabelech, možnost snížení průřezu
chlazení zadním kanálkem	Menší potřeba chlazení v kontrolní místnosti Menší potřeba ventilátorů
spolehlivost	Maximální doba provozu schopnosti
schopnost pokračovat v provozu i v případě přetížení, velká schopnost poradit si s různými napěťovými křivkami (odolnost proti rázům), integrovaná ochrana	Delší doba provozuschopnosti
volitelný vypínač síťového napětí a pojistky	Nejsou potřeba externí vypínače
deska plošných spojů s volitelnou ochrannou vrstvou	Zvýšená odolnost proti prachu
modernizace bez nutnosti demontáže stávajících zařízení	Šetří čas i náklady
uživatelský komfort	Úspora počátečních a provozních nákladů
standardní oceňovaný ovládací panel (LCP)	Efektivní uvedení do provozu a obsluha
stejná kompaktní skříň jako u měničů	Známá a jednoduchá instalace
modulární konstrukce	Umožňuje rychlou instalaci prvků
sdílení součástí s měničem	Rychlý a jednoduchý servis
automatické přizpůsobení proudového snímače	Rychlejší uvedení do provozu
kompatibilita se softwarem VLT	Šetří čas do uvedení do provozu Umožňuje analytickou podporu

Tabulka 6.4. Vlastnosti a výhody aktivních filtrů a měničů

6.5. PŘÍNOSY PŘEPĚŤOVÉ OCHRANY DEHN MID

Přechodná přepětí mohou být častou příčinou poruch nejrůznějších elektrických zařízení. Tyto krátkodobé přechodné jevy se mohou projevovat jako nesymetrická napětí – přechodné zvýšení napětí mezi aktivními vodiči a zemí, vyvolané například elektromagnetickou indukcí při blízkém úderu blesku. Druhým krajním případem jsou symetrická napětí – přechodné zvýšení napětí mezi jednotlivými aktivními vodiči, vyvolané například nejrůznějšími provozními či mimořádnými spínacími jevy v elektrickém systému.

Přepětíové ochrany DEHNmid jsou přizpůsobeny pro venkovní i pro vnitřní použití v budovách a rozvodnách. U venkovních přepětíových ochranných zařízení má díky kompaktní konstrukci vynikající vlastnosti proti povětrnostním vlivům, vysokou mechanickou pevnost a vysoké izolační schopnosti (ve spojení s pouzdem ze silikonového kaučuku). Odolávají vysokým teplotám, brání vytváření cest pro svod povrchových proudů z plazivých výbojů. Jedinečné hydrofobní vlastnosti tohoto materiálu zabraňují též v extrémních venkovních podmínkách vytváření vodivých filmů z vody a nečistot.

Přepětíová ochrana obsahuje alespoň jeden nelineární, napětově závislý prvek. Tím může být součástka s voltampérovou charakteristikou. Existují dvě možnosti provedení:

- A – prvek spínající napětí, například jiskřiště, plynem plněná bleskojistka, tyristor nebo triak;
- B – prvek omezující napětí, například varistor nebo supresorová dioda.

Přepětíová ochrana DEHNmid vlastní výkonný varistor s oxidem zinečnatým (ZnO), jehož jmenovitý impulsní svodový proud $I_{sn} = 10 \text{ kA}$ (8/20 μs) a třídou výbojů z vedení 1 (energetické namáhání 2,8 kJ/kV U_n), popř. 3 (energetické namáhání 6 kJ/kV U_n). Svodiče vykazují vysokou odolnost proti silovému impulsnímu proudu až do 100 kA (4/10 μs).

7. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala okruhem nových moderních prvků v průmyslových sítích vn. Cílem bylo udělat rešerži prvků, které je možné začlenit do distribuční soustavy.

Jedním z moderních prvků, o kterém tato práce pojednává je recloser. Tento přístroj nahrazuje dálkově ovládané úsečníky, které ztrácejí na významu. Recloser slouží v případech, kdy je nutné odpojit poškozenou část vedení bez omezení dodávky elektrické energie odběratelům. Tomuto vděčíme zejména vysoké rychlosti vypnutí a souhrnu automatizačních a ochranných funkcí. V minulosti museli pracovníci elektroenergetických závodů vyjždět do terénu osobně, v dnešní době však tuto práci za ně vykonává recloser sám. Současně s tím také zajistí náhradní směr napájení. Jednou z dalších kladných vlastností je snadná integrace do stávajících systémů dispečerského řízení distribuční soustavy. Zarážející působí i samotná pořizovací cena, která je stejná, ba dokonce nižší jako u stávajících typů automatizovaných prvků s podstatně nižšími užitnými vlastnostmi. Z toho plyne, že recloser OSM nemá ve světě konkurenci. Široké nasazení dálkově ovládaného recloseru OSM velmi dobře navazuje na cestu, která jednoznačně vede ke zvyšování spolehlivosti dodávek elektrické energie.

Požadavky na kvalitní a nepřetržitou dodávku elektrické energie se neustále zvyšují, protože k síti je připojováno stále více spotřebičů citlivých i na krátkodobé výpadky, zejména počítačové systémy. Dalším z významných moderních prvků ke zvyšování spolehlivosti dodávky elektrické energie je tedy nasazování dálkově ovládaných odpínačů, nahrazujících běžné klasické úsečníky. Používáním těchto prvků dochází ke zrychlení manipulace díky snížení hmotnosti přístroje a s tím související zkrácení doby poruchy v síti. To má za následek zvýšení pravděpodobnosti bezporuchového chodu, a tím i spolehlivosti dodávky elektrické energie. Mezi další výhody dálkově ovládaných odpínačů patří také umožnění práce pod napětím, jednoduchá a rychlá montáž omezovačů přepětí a zjednodušení montáže na sloup. Dálkově ovládané odpínače řady Fla GB splňují nejpřísnější ekologické požadavky. Proto také při hoření nevyvolávají do ovzduší žádné zplodiny ze zhášecí komory. Výrobce navíc garantuje ekologickou bezplatnou likvidaci olejů.

Výpadky a následné škody způsobené nedodávkou elektrické energie při poruchách v síti umožňují minimalizovat inteligentní venkovní odpínače Fla 15/6400 AE. Jsou opatřeny mechanismem, který vypne odpínače v beznapěťové pauze následující po neúspěšném opětovném zapínání díky nastřádané energii a elektronickému systému. Tím se odpojí vadná část vedení a následující OZ již zapíná pouze tu část, která není v poruše. Trvání poruchy na zdravých částech vedení se tak podstatně omezí. Inteligentní odpínač je schopen prostřednictvím GSM sítě podat hlášení o zapůsobení elektronického systému a automatickém vypnutí, a to buď SMS zprávou nebo přímým voláním zadaných telefonních čísel. Stejně jako u předchozí řady odpínačů splňuje i tento nejpřísnější ekologické požadavky.

Když je v podružných rozvodech podniků nebo rozvodech administrativních budov velký díl připojených jednofázových spotřebičů, přístrojů výpočetní techniky a úsporných světel, potom je nebezpečí přetížení nulového vodiče. Je-li toto přetížení ještě jasně pod zatížením nulového vodiče, potom to lze řešit v mnoha případech pasivním filtrem.

Je-li v síti podíl přístrojů výpočetní techniky a úsporných svítidel 50 % dovoleného připojeného výkonu a více, je osvědčeným řešením použití aktivního filtru. Největšími výhodami aktivních filtrů jsou především nižší provozní náklady, schopnost pokračovat

v provozu i v případě přetížení, velká schopnost poradit si s různými napěťovými křivkami (odolnost proti rázům), integrovaná ochrana, díky čemuž je delší doba provozuschopnosti.

Nástup moderních technologií se nevyhnul ani zařízením vysokého napětí. Zapouzdřené rozvodny se instalují do výrobních a administrativních budov, tedy se přiblížily k výrobním linkám, koncovým zařízením a spotřebičům. Přepětové ochrany instalované v sítích nízkého napětí neřeší poruchy na straně vysokého vedení a i tam je reálná potřeba účinné ochrany před přepětím. Charakteristickou vlastností konstrukce svodičů přepětí DEHNmid je obzvlášť vysoká flexibilita. Rozměry svodiče jsou stanoveny v závislosti na napětí, povrchových přeskokových vzdálenostech a požadované délce. Výsledkem je kompaktní konstrukce přizpůsobená podmínkám použití. Opletení ze skleněných vláken prosycené epoxidovou pryskyřicí dává svodičům přepětí vysokou mechanickou pevnost a ve spojení s pouzdrem ze silikonového kaučuku vysoké izolační schopnosti.

Smyslem této bakalářské práce nebylo uvést nové vědecké poznatky, nýbrž shromáždit dostupné poznatky o moderních prvcích, čehož jsem se zhostil a v ucelené formě přednesl. Tato bakalářská práce by mohla sloužit jako možnost studia pro bakalářský stupeň studentů oboru elektroenergetiky a také pro další zpracování studentů.

Literatura:

- [1] GURECKÝ JIŘÍ: *Opory předmětu PPPE – dimenzování vodičů*. Dostupné z www: <http://fei1.vsb.cz/kat451/studium/f_studium.htm>
- [2] HAŠPL VIKTOR: *Aktivní filtry Dannfos eliminují harmonické*. Časopis Elektro, Ročník 2008, Číslo 6, červen 2008. dostupný z WWW:<<http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/37251.pdf>>
- [3] HODINKA, M., FECKO, Š. NĚMECEK, F.: *Přenos a rozvod elektrické energie*, SNTL 1989, Praha
- [4] HRADÍLEK Z.: *Elektroenergetika I*, Skripta VŠB TU Ostrava, 1992
- [5] HRADÍLEK ZDENĚK, KREJČÍ PETR: *Spolehlivost dodávky elektrické energie v oblasti s dálkově ovládanými prvky v sítích vysokého napětí*, Článek byl zpracován v rámci projektu GA ČR č. 102/03 1539 dostupný z www: <http://www.volny.cz/casopis.energetika/e_0103_2.html>
- [6] MARKS WOLFGANG: Časopis Automatizace, Ročník 50, Číslo 7 – 8, červenec – srpen 2007 dostupný z www: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=26244>
- [7] MEJTA FRANTIŠEK: *Nové spínací prvky v distribučních sítích*. Elektrotechnický magazín ETM 3/2006. dostupné z www: <http://www.egu.cz/Egu_cb/pdf/NoveSpinaciPrvkyvDS_etm.pdf>
- [8] SANTARIUS PAVEL: *Elektrické stanice a vedení*, VŠB-TUO 1993
- [9] VLČEK J.: *Základy elektrotechniky*, BEN technická literatura 2003
- [10] Firemní materiály, Energetický ústav České Budějovice, Dienzenhoferova 2, 370 06 České Budějovice,
- [11] Firemní materiály, DRIBO, spol. s r.o. Pražákova 36 619 00 Brno Česká republika